

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3838257号

(P3838257)

(45) 発行日 平成18年10月25日(2006.10.25)

(24) 登録日 平成18年8月11日(2006.8.11)

(51) Int. Cl. F I  
**B 2 4 C 1/00 (2006.01)** B 2 4 C 1/00 Z

請求項の数 4 (全 14 頁)

|               |                              |           |                    |
|---------------|------------------------------|-----------|--------------------|
| (21) 出願番号     | 特願2004-532750 (P2004-532750) | (73) 特許権者 | 000191009          |
| (86) (22) 出願日 | 平成15年8月28日(2003.8.28)        |           | 新東工業株式会社           |
| (86) 国際出願番号   | PCT/JP2003/010918            |           | 愛知県名古屋市中村区名駅三丁目2番1 |
| (87) 国際公開番号   | W02004/020149                |           | 2号                 |
| (87) 国際公開日    | 平成16年3月11日(2004.3.11)        | (74) 代理人  | 100071010          |
| 審査請求日         | 平成18年2月15日(2006.2.15)        |           | 弁理士 山崎 行造          |
| (31) 優先権主張番号  | 特願2002-248015 (P2002-248015) | (74) 代理人  | 100121762          |
| (32) 優先日      | 平成14年8月28日(2002.8.28)        |           | 弁理士 杉山 直人          |
| (33) 優先権主張国   | 日本国(JP)                      | (74) 代理人  | 100126767          |
| (31) 優先権主張番号  | 特願2003-282237 (P2003-282237) |           | 弁理士 白銀 博           |
| (32) 優先日      | 平成15年7月30日(2003.7.30)        | (74) 代理人  | 100118647          |
| (33) 優先権主張国   | 日本国(JP)                      |           | 弁理士 赤松 利昭          |

早期審査対象出願

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ショットブラスト処理における打痕分布図の描画方法及びシステム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

ショットブラスト処理における処理面の打痕分布図をコンピュータにより模擬描画する方法であって、

打痕単位面積  $A$ 、打痕数  $N$  および評価範囲面積  $A_s$  をコンピュータに入力する第1入力工程と；

前記入力した打痕単位面積  $A$ 、打痕数  $N$  および評価範囲面積  $A_s$  に基づき、打痕率  $C$  を理論式  $C=100 \{1-\exp(-A \cdot N/A_s)\}$  から算出する第1打痕率算出工程と；

ここで、打痕数  $N$  のディメンションは  $[\text{個} \cdot \text{mm}^2 \cdot \text{sec}]$ 、

前記入力した打痕単位面積  $A$ 、打痕数  $N$  および評価範囲面積  $A_s$  に基づき、一様な打痕率を有する評価範囲を拡大表示するのと同じ打痕分布状態を描画装置によって表示すべく必要な描画打痕単位面積  $A_D$ 、描画打痕数  $N_D$  および描画評価範囲面積  $A_{sD}$  を演算する第1演算工程と；

前記描画評価範囲面積  $A_{sD}$  中に前記評価範囲面積  $A_s$  の像を乱数により決定した位置に描画し、それを打痕数  $N$  回繰り返して、前記描画打痕単位面積  $A_D$  を持つ打痕模様を前記描画打痕数  $N_D$  だけ前記描画評価範囲面積中に表示すべく演算する第2演算工程と；

前記第2演算工程の演算結果および前記打痕率  $C$  を描画装置によって表示するかまたは印刷する工程と；

を含むことを特徴とするショットブラスト処理における打痕分布図の描画方法。

【請求項2】

ショットブラスト処理における処理面の打痕分布図をコンピュータにより模擬描画する方法であって：

打痕率  $C$  をコンピュータに入力する打痕率入力工程と；

前記入力した打痕率  $C$  に基づき、理論式  $C=100 \{1-\exp(-A \cdot N/As)\}$  から打痕存在比  $A \cdot N/As$  を算出する打痕存在比算出工程と；

ただし

$A$ ：打痕単位面積 ( $\text{mm}^2$ )

$N$ ：打痕数 ( $\text{個} \cdot \text{mm}^2 \cdot \text{sec}$ )

$As$ ：評価範囲面積 ( $\text{mm}^2$ )

描画打痕単位面積、描画打痕数および描画評価範囲面積のうち少なくとも2つをコンピュータに入力する第2入力工程と； 10

入力した描画打痕単位面積、描画打痕数および描画評価範囲面積のうち少なくとも2つと、前記算出した打痕存在比  $A \cdot N/As$  とに基づき、一様な打痕率を有する評価範囲を拡大表示するのと同じ打痕分布状態を描画装置によって表示すべく必要な描画打痕単位面積  $A_D$ 、描画打痕数  $N_D$  および描画評価範囲面積  $As_D$  を演算する第3演算工程と；

前記必要な描画評価範囲面積  $As_D$  の描画範囲中に前記評価範囲面積  $As$  の像を乱数により決定した位置に描画し、それを打痕数  $N$  回繰り返して、前記描画打痕単位面積  $A_D$  を持つ打痕模様を前記描画打痕数  $N_D$  だけ前記描画評価範囲面積  $As_D$  中に表示すべく演算する第4演算工程と；

前記第4演算工程の演算結果および前記打痕率を描画装置によって表示するかまたは印刷する工程と； 20

を含むことを特徴とするショットブラスト処理における打痕分布図の描画方法。

#### 【請求項3】

ショットブラスト処理における処理面の打痕分布図をコンピュータにより模擬描画するシステムであって：

打痕単位面積  $A$ 、打痕数  $N$  および評価範囲面積  $As$  を入力する第1入力手段と、

前記入力した打痕単位面積  $A$ 、打痕数  $N$  および評価範囲面積  $As$  に基づき、打痕率  $C$  を理論式  $C=100 \{1-\exp(-A \cdot N/As)\}$  から算出する第1打痕率算出手段と；

ここで、打痕数  $N$  のディメンションは  $[\text{個} \cdot \text{mm}^2 \cdot \text{sec}]$ 、

前記入力した打痕単位面積  $A$ 、打痕数  $N$  および評価範囲面積  $As$  に基づき、一様な打痕率を有する評価範囲を拡大表示するのと同じ打痕分布状態を描画装置によって表示すべく必要な描画打痕単位面積  $A_D$ 、描画打痕数  $N_D$  および描画評価範囲面積  $As_D$  を演算する第1演算手段と； 30

前記描画評価範囲面積  $As_D$  中に前記評価範囲面積  $As$  の像を乱数により決定した位置に描画し、それを打痕数  $N$  回繰り返して、前記描画打痕単位面積  $A_D$  を持つ打痕模様を前記描画打痕数  $N_D$  だけ前記描画評価範囲面積中に表示すべく演算する第2演算手段と；

前記第2演算手段の演算結果および前記打痕率を表示する第1描画装置または印刷する第1印刷手段と；

を備えたことを特徴とするショットブラスト処理における打痕分布図の描画システム。

#### 【請求項4】

ショットブラスト処理における処理面の打痕分布図をコンピュータにより模擬描画するシステムであって：

打痕率  $C$  を入力する打痕率入力手段と；

前記入力した打痕率  $C$  に基づき、理論式  $C=100 \{1-\exp(-A \cdot N/As)\}$  から打痕存在比  $A \cdot N/As$  を算出する打痕存在比算出手段と；

ただし

$A$ ：打痕単位面積 ( $\text{mm}^2$ )

$N$ ：打痕数 ( $\text{個} \cdot \text{mm}^2 \cdot \text{sec}$ )

$As$ ：評価範囲面積 ( $\text{mm}^2$ )

描画打痕単位面積、描画打痕数および描画評価範囲面積のうち少なくとも2つを入力す 50

る第2入力手段と；

前記入力した描画打痕単位面積、描画打痕数および描画評価範囲面積のうち少なくとも2つと、前記算出した打痕存在比 $A \cdot N / A_s$ とに基づき、一様な打痕率を有する評価範囲を拡大表示するのと同じ打痕分布状態を描画装置によって表示すべく必要な描画打痕単位面積 $A_D$ 、描画打痕数 $N_D$ および描画評価範囲面積 $A_{SD}$ を演算する第3演算手段と；

前記描画評価範囲面積 $A_{SD}$ 中に前記評価範囲面積 $A_s$ の像を乱数により決定した位置に描画し、それを打痕数 $N$ 回繰り返して、前記描画打痕単位面積を持つ打痕模様を前記描画打痕数 $N_D$ だけ前記描画評価範囲面積 $A_{SD}$ 中表示すべく演算する第4演算手段と；

前記第4演算手段の演算結果および前記打痕率を表示する第2描画装置または印刷する第2印刷手段と；

を備えたことを特徴とするショットブラスト処理における打痕分布図の描画システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ショットブラスト処理における打痕分布図の描画方法およびそのシステムに係り、より詳しくは、ショットブラスト処理における処理面の打痕分布図をコンピュータにより模擬描画するのに好適な方法およびそのシステムに関する。

【背景技術】

【0002】

ショットブラスト処理においては投射された粒状の投射材が製品の表面に均一に分布されることが重要である。そのため、その指標として、ショットブラスト処理された製品表面のうち任意に設定した評価範囲の面積である評価範囲面積と、打痕が生成した面積の総和との比として表わされる打痕率（カバレッジ）が用いられている。

【0003】

また従来、製品が目標とするカバレッジとなる様にショットブラスト条件を設定する作業は、多くの場合これまでの経験を元に仮設定し、その条件下でショットブラスト処理を行ない、実際の製品処理面の打痕付着状態を確認し、カバレッジを測定して条件設定を絞り込んでいた。

【0004】

ところで、従来、打痕率を測定する方法としては、標準測定法と簡易測定法の2つが主流を成している。そして、前者では、ショットブラスト処理を行った製品の任意の評価範囲を顕微鏡により拡大し、20～50倍の拡大写真を作成し、打痕あるいは未処理部を切り取って、その重量比から打痕率を求めている。また、後者では、ショットブラスト処理した製品または試験片の処理面を、20～50倍のルーペや実体顕微鏡などの観察器具により観察するとともに、比較対象となる標準写真と比較しておおよその値を判定している。そして、測定の頻度と工数などの理由から主に簡易測定法が用いられている。

【0005】

しかしながら、簡易測定法における標準写真は、標準測定法でその打痕率を求めて作成されているが、製品によっては未処理部と打痕部との判別が困難であり、標準測定法自体にも個人差によってばらつきを生じる可能性があり、しかも、ショットブラスト処理の条件を設定する場合には、実際に製品をショットブラスト処理して打痕率を測定する必要がある。その上、ショットブラスト処理の条件や投射材の粒径、硬度、製品との硬度差などから、打痕1ヶ当たりの面積や大きさや深さが多様に変化するため、標準写真を製品ごとに何通りも作成しなければならない。加えて、流体潤滑による摩耗の低減を目的としたショットブラスト処理における処理面の打痕率は、極端に少ない場合もあり、標準写真の打痕率の範囲を増やす必要もある。

【0006】

本発明は上記の事情に鑑みて成されたもので、その目的は、ショットブラスト処理において任意の打痕生成条件やショットブラスト処理条件を与えることにより、製品の打痕率や打痕分布図をコンピュータにより模擬描画することが可能な方法およびそのシステム

10

20

30

40

50

を提供することにある。

【発明の開示】

【0007】

上記の目的を達成するために、本発明の第1局面のショットブラスト処理における打痕分布図の描画方法は、ショットブラスト処理における処理面の打痕分布図をコンピュータにより模擬描画する方法であって；打痕単位面積、打痕数および評価範囲面積をコンピュータに入力する第1入力工程と；入力した打痕単位面積、打痕数および評価範囲面積に基づき、理論式  $C = 100 \{1 - \exp(-A \cdot N / A_s)\}$  から打痕率を算出する第1打痕率算出工程と；ただし、Cは打痕率（カバレッジ）（％）、Aは打痕単位面積（ $\text{mm}^2$ ）、Nは打痕数（個・ $\text{mm}^2 \cdot \text{sec}$ ）、 $A_s$ は評価範囲面積（ $\text{mm}^2$ ）；前記入力した打痕単位面積、打痕数および評価範囲面積に基づき、一様な打痕率を有する評価範囲を拡大表示するのと同じ打痕分布状態を描画装置によって表示すべく必要な描画打痕単位面積、描画打痕数および描画評価範囲面積を演算する第1演算工程と；前記描画評価範囲面積中に前記評価範囲面積の像を乱数により決定した位置に描画し、それを打痕数回繰り返して、前記描画打痕単位面積を持つ打痕模様を前記描画打痕数だけ前記描画評価範囲面積中に表示すべく演算する第2演算工程と；この第2演算工程の演算結果および前記打痕率を描画装置によって表示するかまたは印刷する工程と；を含むことを特徴とする。

10

【0008】

本発明の第2局面のショットブラスト処理における打痕分布図の描画方法は、ショットブラスト処理における処理面の打痕分布図をコンピュータにより模擬描画する方法であって；打痕率をコンピュータに入力する打痕率入力工程と；入力した打痕率に基づき、理論式  $C = 100 \{1 - \exp(-A \cdot N / A_s)\}$  から打痕存在比  $(A \cdot N) / A_s$  を算出する打痕存在比算出工程と；ただし、Cは打痕率（カバレッジ）（％）、Aは打痕単位面積（ $\text{mm}^2$ ）、Nは打痕数（個・ $\text{mm}^2 \cdot \text{sec}$ ）、 $A_s$ は評価範囲面積（ $\text{mm}^2$ ）；前記算出した打痕存在比と；描画打痕単位面積、描画打痕数および描画評価範囲面積のうち少なくとも2つをコンピュータに入力する第2入力工程と；入力した描画打痕単位面積、描画打痕数および描画評価範囲面積のうち少なくとも2つと、前記算出した打痕存在比とに基づき、一様な打痕率を有する評価範囲を拡大表示するのと同じ打痕分布状態を描画装置によって表示すべく必要な描画打痕単位面積、描画打痕数および描画評価範囲面積を演算する第3演算工程と；前記描画評価範囲面積中に前記評価範囲面積の像を乱数により決定した位置に描画し、それを打痕数回繰り返して、前記描画打痕単位面積を持つ打痕模様を前記描画打痕数だけ前記描画評価範囲面積中に表示すべく演算する第4演算工程と；この第4演算工程の演算結果および前記打痕率を描画装置によって表示するかまたは印刷する工程と；を含むことを特徴とする。

20

30

本発明のその他の特徴は、以下に説明する発明の詳細な説明及び添付の請求の範囲から明らかになるであろう。

【発明を実施するための最良の形態】

【0009】

本発明においてショットブラスト処理とは、鋼、セラミックなどの材質から成る粒状の投射材を遠心式や流体圧力式などの加速装置を用いて高速で投射あるいは噴射して、金属、非金属、プラスチックなどの材質から成る製品に衝突させることにより、製品表面の異物除去などを行うことであるが、投射材の衝突により製品表面の疲労強度を向上させるショットピーニング処理を含めることができる。

40

【0010】

またなお、本発明において打痕とは、ショットブラスト処理において投射材が衝突した時に製品に生成される凹みであって、ごく浅く、深さを無視できるものである。打痕単位面積の算出工程において用いる係数を変えることにより、ショットピーニング処理において加工誘起変態による残留応力付与の影響範囲とすることもできる。

【0011】

またなお、本発明において打痕単位面積とは、打痕1つ当たりの面積を示す。またな

50

お、本発明において打痕分布状態とは、ショットブラスト処理を行った製品に打痕が付いている表面の様子である。またなお、本発明において評価範囲とは打痕分布状態を観察する範囲である。またなお、本発明において打痕数とは、ショットブラスト処理において任意の処理時間中に評価範囲に付いた打痕の数である。またなお、本発明においてショットブラスト処理条件とは、打痕単位面積と打痕数を決定するものであって、投射材の硬度、粒径、投射量および投射速度、処理製品の硬度および処理時間などである。

#### 【0012】

またなお、本発明においては打痕率は以下の2つの方法によって算出される。1番目の方法は、打痕単位面積、打痕数および評価範囲面積をコンピュータに入力して理論式  $C = 100 \{1 - \exp(-A \cdot N / A_s)\}$  から打痕率が算出される。ただし、本発明において  $\exp$  は、表記の都合上、 $\exp(x)$  という  $x$  の関数に置き換えるものとする。

10

#### 【0013】

ところで、理論式  $C = 100 \{1 - \exp(-A \cdot N / A_s)\}$  は次のようにして導くことができる。ここで、 $C$  は打痕率（カバレッジ）（％）、 $A$  は打痕単位面積（ $\text{mm}^2$ ）、 $N$  は打痕数（個・ $\text{mm}^2 \cdot \text{sec}$ ）、 $A_s$  は評価範囲面積（ $\text{mm}^2$ ）である。すなわち、投射材が投射されている場所内を製品を通過させるとともその通過を  $n$  回繰り返した場合、製品の打痕率を実測してその測定値  $C_1$  とすると、打痕率  $C_n$  は  $1 - (1 - C_1)^n$  と推定することができる（日刊工業新聞社発行の「ショットブラストの方法と効果」の121ページ参照）。この式により計算した例を示すと、図4に示すようになる。

#### 【0014】

20

そして、この打痕率  $C_n = 1 - (1 - C_1)^n$  の式は、打痕率が処理時間の経過とともに100％に漸近し、一般的に以下のような式で表すことができる。 $C = 100 \{1 - \exp(-t/a)\}$  そこで、上式を時間  $t$  で微分して  $t = 0$  を代入すると、 $C'(t = 0) = (100/a) \cdot \exp(-0/a) = 100/a$  となる。これを傾きにもつ時間  $t$  の一次式は、 $C_v(\%) = C' \cdot t = (100/a) \cdot t$  となる。この一次式  $C_v(\%) = C' \cdot t = (100/a) \cdot t$  は、打痕が互いに重なり合いがないと仮定したときの仮想打痕率  $C_v$  である。

#### 【0015】

また、打痕ののべ面積を累計打痕面積  $A_a$  とすると、 $C_v$  が100％となる時、 $C_v(\%) = A_a / A_s = 100\%$  から、 $A_a = A_s$  となり、累計打痕面積  $A_a$  および評価範囲面積  $A_s$  が等しくなる。その時の時間  $t$  は、 $C_v(\%) = (100/a) \cdot t = 100$  となる。よって  $t = a$  である。ところで、累計打痕面積  $A_a$  が時間に比例することから、 $A_a(t) = k \cdot t$  と表すことができ、また  $A_a(t) = k \cdot t$  から  $A_a(t = a) = k \cdot a = A_s$  となり、 $k = A_s / a$  となる。よって  $A_a(t) = (A_s / a) \cdot t$  と表すことができる。次に累計打痕面積  $A_a$  を打痕数  $N$  で表すことができることから、打痕数  $N$  と時間の関係を求めると、 $A_a = A \cdot N = (A_s / a) \cdot t$  となり、 $N = (A_s / A) \cdot (t / a)$  となる。したがって、 $(t/a) = (A \cdot N) / A_s$  (打痕存在比) と表すことができ、前述の理論式  $C = 100 \{1 - \exp(-t/a)\}$  成り立つ。

30

#### 【0016】

打痕率を算出する2番目の方法は、次に示すとおりである。すなわち、ショットブラスト処理の条件をコンピュータに入力し、入力したショットブラスト処理の条件に基づき、打痕単位面積  $A$  ( $\text{mm}^2$ ) を実験式  $A = \pi D^2 / 4$  および  $D = k_1 \cdot d \cdot \{1 - \exp(k_2 \cdot H_v a / H_v w)\} / \{1 - \exp(k_3 \cdot V)\}$  から算出する。ただし、 $k_1$ 、 $k_2$ 、 $k_3$  は数（有次元）、 $D$  は打痕径 (mm)、 $H_v a$  は投射材の硬度 (HV)、 $d$  は投射材粒径 (mm)、 $v$  は投射速度 (m/sec)、 $H_v w$  は処理製品の硬度 (HV) である。次いで、コンピュータに入力したショットブラスト処理の条件に基づき、打痕数  $N$  (個・ $\text{mm}^2 \cdot \text{sec}$ ) を実験式  $N = k_4 \cdot M / (\rho \cdot d^3 / 6 \cdot \pi) \cdot (t / 60) \cdot A_s$  から算出する。ただし、 $k_4$  は係数（有次元）、 $M$  は投射量 (kg/min)、 $t$  は処理時間 (sec)、 $F$  は投射材密度 (g/cm<sup>3</sup>)、 $A_s$  は任意に設定した評価範囲面積 ( $\text{mm}^2$ ) である。次いで、前記算出した打痕単位面積  $A$  および打痕数  $N$  と、前記評

40

50

価範囲面積  $A_s$  とに基づき、打痕率（カバレッジ）  $C$ （％）を前記理論式  $C = 100 \{1 - \exp(-A \cdot N / A_s)\}$  から算出する。

#### 【0017】

またなお、本発明においては、入力した打痕単位面積  $A$ 、打痕数  $N$  および評価範囲面積  $A_s$  に基づき打痕分布状態を描画装置によって表示すべく、描画打痕単位面積  $A_D$ 、描画打痕数  $N_D$  および描画評価範囲面積  $A_{s_D}$  を演算する。この場合、初めに各数値の補正から行なう。打痕率が等しい場合、前述の理論式  $C = 100 \{1 - \exp(-A \cdot N / A_s)\}$  から  $A \cdot N / A_s$ （打痕存在比）  $= A_D \cdot N_D / A_{s_D} =$  一定との関係があり、この式を満たすように任意に補正することができる。これは一様な打痕率を有する評価範囲を拡大表示するのと同じであり、それもまた打痕率は同じである。

10

#### 【0018】

またなお、本発明においては、描画打痕単位面積を持つ打痕模様を描画打痕数  $N_D$  だけ描画評価範囲面積  $A_{s_D}$  中表示すべく演算する。この場合、補正した値は計算機を用い、ディスプレイやプロッターなどの描画装置に、面積が  $A_{s_D}$  の描画範囲中に面積  $A_{s_D}$  の像を乱数により決定した位置に描画し、それを  $N_D$  回繰り返すことで打痕分布状態を模擬描画するとともに、打痕率を表示する。ここで、描画装置の画面の大きさやプロッター用紙に合わせて描画範囲の面積  $A_{s_D}$  の模擬描画を観察するのに適切な大きさに決めれば良いが、より精度が高くなるように描画打痕単位面積  $A_D$  との比  $R = A_{s_D} / A_D$  は 100 以上が望ましい。この検証をした結果を次に説明する。

#### 【0019】

20

ある打痕を評価範囲内に決められた打痕数だけ模擬描画させる際、描画打痕単位面積  $A_D$  は描画面積  $A_{s_D}$  に対し十分小さくないと重なり合いのばらつきが発生してしまい、模擬描画された打痕率と目的の打痕率に誤差が生じてしまう。

#### 【0020】

そこで以下の検証を行った。検証条件として、打痕面積比  $R = A_{s_D} / A_D$  を 20 ～ 600、打痕率設定値を、打痕数の変化に対し打痕率の変化が大きい 50％と、比較的打痕率の変化が小さい 98％とし、打痕分布状態の模擬描画の結果をそれぞれ  $n = 10$  ずつ模擬描画させ、その打痕が描画された面積を画像処理ソフトを用いて打痕率を測定し、打痕率設定値との差を求めた。その差から標準偏差  $\sigma$  を算出しばらつきとした。その結果を図 5 に示す。図 5 によると、 $R > 300$  の範囲では共に  $\sigma < 1\%$  未満となり精度も高い。しかし描画打痕数も増加するため、打痕率設定 98％についてはほぼ  $\sigma < 1\%$  未満となる  $R > 100$  の範囲であれば問題なく使用できる。表示させたい打痕率と要求する精度に応じて打痕面積比  $R$  を変更すれば良い。

30

#### 【0021】

##### 実施例 1

打痕単位面積  $A 0.24 \text{ mm}^2$ 、打痕数  $N 500 \text{ 個} \cdot \text{mm}^2 \cdot \text{sec}$ 、評価範囲面積  $A_s 100 \text{ mm}^2$  をコンピュータに入力して理論式  $C = 100 \{1 - \exp(-A \cdot N / A_s)\}$  から打痕率  $C$  を算出したところ、70％であった。また、入力した打痕単位面積、打痕数および評価範囲面積に基づき、打痕分布状態を描画装置によって表示すべく必要な描画打痕単位面積、描画打痕数および描画評価範囲面積を演算すると、描画打痕単位面積は  $8 \text{ mm}^2$ 、描画打痕数は 500 個、描画評価範囲面積は  $3326.4 \text{ mm}^2$  になった。またこの時の打痕存在比は 413.6 である。これらの結果を描画装置によって表示すると、図 6 に示すようになる。

40

#### 【0022】

##### 実施例 2

ショットブラスト処理の条件として、投射材の粒径  $0.6 \text{ mm}$ 、密度  $7.85 \text{ g/cm}^3$ 、硬度  $HV 700$ 、投射量  $8 \text{ kg/min}$ 、投射速度  $60 \text{ m/s}$ 、処理製品硬度  $40 \text{ HV}$ 、処理時間 2、3、4、5、6、9 秒をそれぞれコンピュータに入力した。また、打痕面積比  $R$  は 120、係数  $k_1$  は 0.75、係数  $k_2$  は -0.5、係数  $k_3$  は -0.02、係数  $k_4$  は 100 とそれぞれ設定してそれぞれコンピュータに入力した。

50

## 【0023】

すると、コンピュータは、実験式  $A = \pi D^2 / 4$  および  $D = k_1 \cdot d \cdot \{1 - \exp(-k_2 \cdot HV_a / HV_w)\} / \{1 - \exp(-k_3 \cdot V)\}$  から打痕単位面積を算出し、実験式  $N = k_4 \cdot M / (\rho \cdot d^3 / 6 \cdot \pi) \cdot (t / 60) \cdot A_s$  から打痕数を算出する。次いで、算出した打痕単位面積および打痕数と、任意に設定した評価範囲面積とに基づき、前記理論式  $C = 100 \{1 - \exp(-A \cdot N / A_s)\}$  から打痕率を算出し、続いて、算出した打痕単位面積および打痕数と、任意に設定した評価範囲面積とに基づき、打痕分布状態を描画装置によって表示すべく必要な描画打痕単位面積、描画打痕数および描画評価範囲面積を演算する。次いで、描画打痕単位面積を持つ打痕模様を描画打痕数だけ描画評価範囲面積中に表示すべく演算し、続いて、この演算結果および打痕率を描画装置によって表示するか、または印刷すると図7に示す模擬描画を得ることができる。なお、ショットブラスト条件のうち処理時間を3秒間にして実際にショットブラスト処理を行なったときの打痕分布状態は図8に示すとおりである。

10

## 【0024】

以上の説明から明らかなように、請求項1のショットブラスト処理における打痕分布図の描画方法は、ショットブラスト処理における処理面の打痕分布図をコンピュータにより模擬描画する方法であって；打痕単位面積、打痕数および評価範囲面積をコンピュータに入力して理論式  $C = 100 \{1 - \exp(-A \cdot N / A_s)\}$  から打痕率を算出する工程と；ただし、Cは打痕率（カバレッジ）（％）、Aは打痕単位面積（ $\text{mm}^2$ ）、Nは打痕数（個・ $\text{mm}^2 \cdot \text{sec}$ ）、 $A_s$ は評価範囲面積（ $\text{mm}^2$ ）；前記入力した打痕単位面積、打痕数および評価範囲面積に基づき、一様な打痕率を有する評価範囲を拡大表示するのと同じ打痕分布状態を描画装置によって表示すべく必要な描画打痕単位面積、描画打痕数および描画評価範囲面積を演算する第1演算工程と；前記描画打痕単位面積を持つ打痕模様を前記描画打痕数だけ前記描画評価範囲面積中に表示すべく演算する第2演算工程と；この第2演算工程の演算結果および前記打痕率を描画装置によって表示するかまたは印刷する工程と；を含むから、また、請求項2のショットブラスト処理における打痕分布図の描画方法は、ショットブラスト処理における処理面の打痕分布図をコンピュータにより模擬描画する方法であって；打痕率をコンピュータに入力する打痕率入力工程と；入力した打痕率に基づき、理論式  $C = 100 \{1 - \exp(-A \cdot N / A_s)\}$  から打痕存在比を算出する打痕存在比算出工程と；ただし、Cは打痕率（カバレッジ）（％）、Aは打痕単位面積（ $\text{mm}^2$ ）、Nは打痕数（個・ $\text{mm}^2 \cdot \text{sec}$ ）、 $A_s$ は評価範囲面積（ $\text{mm}^2$ ）；前記算出した打痕存在比と；描画打痕単位面積、描画打痕数および描画評価範囲面積のうち少なくとも2つをコンピュータに入力する第2入力工程と；入力した描画打痕単位面積、描画打痕数および描画評価範囲面積のうち少なくとも2つと、前記算出した打痕存在比とに基づき、一様な打痕率を有する評価範囲を拡大表示するのと同じ打痕分布状態を描画装置によって表示すべく必要な描画打痕単位面積、描画打痕数および描画評価範囲面積を演算する第3演算工程と；前記描画評価範囲面積中に前記評価範囲面積の像を乱数により決定した位置に描画し、それを打痕数回繰り返して、前記描画打痕単位面積を持つ打痕模様を前記描画打痕数だけ前記描画評価範囲面積中に表示すべく演算する第4演算工程と；この第4演算工程の演算結果および前記打痕率を描画装置によって表示するかまたは印刷する工程と；を含むから、ショットブラスト処理において任意の打痕生成条件を与えることにより、製品の打痕率や打痕分布図をコンピュータにより模擬描画することが可能になり、したがって、実際にショットブラスト処理を行うことなく、机上で製品の仕上がりが具合を確認することが可能になるなどの優れた実用的効果を奏する。

20

30

40

## 【0025】

以下の実施例において、本発明は、任意のショットブラスト処理の条件を与えることにより、処理する製品の目標とする打痕率から、様々な製品に応じた希望の打痕分布状態を得ることができるショットブラスト処理の条件を簡単に設定することが可能になる。すなわち、本発明はショットブラスト処理における処理条件の設定方法であって、予め与えられた打痕単位面積およびある時間における打痕数から目標の打痕率となるような処理

50

時間を算出することを特徴とする。

【0026】

#### 実施例 3

図 9 は、本発明に用いるショットブラストを説明する図である。ショットブラスト装置は、目標の打痕率及びショットブラスト処理条件の入力手段 1 と、該ショットブラスト処理条件を記憶する記憶手段 2 と、該記憶手段から呼び出したデータに基づき製品表面が目標の打痕率となる処理時間を演算する演算手段 3 と、該演算手段により算出された処理時間分だけ処理を行なうためショットブラスト装置を制御する制御手段 4 を具備している。さらに、製品 5 を保持する保持手段 6 と、この製品 5 に向けて前記ショットブラスト条件で投射材を加速する投射材加速手段 J を具備している。

10

【0027】

ここで、投射材加速手段 J は、圧縮エア供給部 7 に連結された圧縮エア供給弁 8 が設けられている。そして、該圧縮エア供給弁 8 は加圧タンク 9 及び投射材供給弁 10 を介した連通と、直接の連通により混合部 11 に連結されている。なお、該圧縮エア供給弁 8 及び投射材供給弁 10 は制御手段 4 と電氣的に接続されている。さらに混合部 11 は、搬送ホース 12 及びノズル 13 に連結されており、ノズルから製品 5 に投射材が投射される。なお、投射材加速手段 N は空気をを用いる本方式と、空気をを用いない方式がある。

【0028】

このショットブラスト装置において、処理時間を求める方法を説明する。まず入力工程において、前記入力手段 1 から入力し、記憶手段 2 に打痕単位面積、ある時間における

20

【0029】

するとコンピュータは演算手段 3 により記憶手段 2 から呼び出したデータに基づき製品表面が目標の打痕率となる処理時間を演算する。打痕単位面積  $A$ 、面積当たりの打痕数及び時間  $N \text{ 個} \cdot \text{mm}^2 \cdot \text{sec}$ 、評価面積  $A_s \text{ mm}^2$  から、打痕単位面積  $A_0 \cdot 24 \text{ mm}^2$ 、打痕数  $N_{100} \text{ 個} \cdot \text{mm}^2 \cdot \text{sec}$ 、その時の処理時間  $5 \text{ sec}$ 、評価範囲面積  $A_s 100 \text{ mm}^2$ 、目標打痕率  $C 70 \%$  をコンピュータに入力して理論式  $C = 100 \{1 - \exp(-A \cdot N / A_s)\}$  から目標打痕率となるための必要打痕数が 500 と算出され、目標打痕率となるための処理時間は、 $5 \text{ sec} \times (500 / 100) = 25 \text{ sec}$  と算出される。

30

【0030】

そして、該演算手段 3 により算出された処理時間分だけ制御手段 4 により処理を行なうためショットブラスト装置を制御する。

【0031】

このようにして、打痕単位面積、ある時間における単位評価面積あたりの打痕数、およびその時の処理時間と目標打痕率を入力することにより、簡単に処理時間が決定され、その時間のショットブラスト処理が行われる。

【0032】

#### 実施例 4

実施例 3 と同じショットブラスト装置を用いた。このショットブラスト装置において、ショットブラスト処理の条件として、投射材粒径、投射材密度、投射材硬度、投射量、投射材速度、処理製品硬度、及び目標打痕数を入力した。

40

【0033】

すると、コンピュータは、実験式  $A = \pi D^2 / 4$  および  $D = k_1 \cdot d \cdot \{1 - \exp(k_2 \cdot HV_a / HV_w)\} / \{1 - \exp(k_3 \cdot V)\}$  から打痕単位面積を算出（打痕単位面積演算工程）し、前工程で算出した打痕単位面積および目標打痕率と、任意に設定した評価範囲面積とに基づき、前記理論式  $C = 100 \{1 - \exp(-A \cdot N / A_s)\}$  から、単位評価面積あたりの打痕数を算出する。

【0034】

次いで、前工程で算出した単位評価面積あたりの打痕数に基づき、実験式  $N = k_4 \cdot$

50

$M / (\rho \cdot d^3 / 6 \cdot \pi) \cdot (t / 60) \cdot A_s$  から処理時間を算出する。

【0035】

そして、実施例1と同様に、コンピュータは演算手段3により記憶手段2から呼び出したデータに基づき製品表面が目標の打痕率となる処理時間を演算する。そして、該演算手段3により算出された処理時間分だけ制御手段4により処理を行なうためショットブラスト装置を制御する。

【0036】

このようにして、ショットブラスト処理の条件として、投射材粒径、投射材密度、投射材硬度、投射量、投射材速度、処理製品硬度、及び目標打痕数を入力することにより、簡単に処理時間が決定され、その時間のショットブラスト処理が行われる。

10

【0037】

#### 実施例5

実施例3と同じショットブラスト装置を用いた。このショットブラスト装置において、ショットブラスト処理の条件として、投射材粒径、投射材密度、投射材硬度、処理時間、投射材速度、処理製品硬度、及び目標打痕数を入力した。

【0038】

すると、コンピュータは、実験式  $A = \pi D^2 / 4$  および  $D = k_1 \cdot d \cdot \{1 - \exp(k_2 \cdot HV_a / HV_w)\} / \{1 - \exp(k_3 \cdot V)\}$  から打痕単位面積を算出（打痕単位面積演算工程）し、前工程で算出した打痕単位面積および目標打痕率と、任意に設定した評価範囲面積とに基づき、前記理論式  $C = 100 \{1 - \exp(-A \cdot N / A_s)\}$  から、単位評価面積あたりの打痕数を算出する。

20

【0039】

次いで、前工程で算出した単位評価面積あたりの打痕数に基づき、実験式  $N = k_4 \cdot M / (\rho \cdot d^3 / 6 \cdot \pi) \cdot (t / 60) A_s$  から投射量を算出する。

【0040】

そして、実施例1と同様に、コンピュータは演算手段3により記憶手段2から呼び出したデータに基づき製品表面が目標の打痕率となる投射量を演算する。そして、該演算手段3により算出された投射量となる制御手段4により処理を行なうためショットブラスト装置を制御する。

【0041】

30

このようにして、ショットブラスト処理の条件として、投射材粒径、投射材密度、投射材硬度、投射量、投射材速度、処理製品硬度、及び目標打痕数を入力することにより、簡単に投射量が決定され、そのショットブラスト処理が行われる。

【0042】

#### 実施例6

実施例3と同じショットブラスト装置を用いた。このショットブラスト装置において、ショットブラスト処理の条件として、投射材硬度、投射材粒径、処理時間、処理製品硬度、投射量、投射材密度及び目標打痕数を入力した。

【0043】

すると、コンピュータは、実験式  $N = k_4 \cdot M / (\rho \cdot d^3 / 6 \cdot \pi) \cdot (t / 60) \cdot A_s$  から単位評価面積あたりの打痕数を算出し、前工程で算出した単位評価面積あたりの打痕数および目標打痕数と、任意に設定した評価範囲面積とに基づき、前記理論式  $C = 100 \{1 - \exp(-A \cdot N / A_s)\}$  から、打痕単位面積を算出する。

40

【0044】

次いで、実験式  $A = \pi D^2 / 4$  および  $D = k_1 \cdot d \cdot \{1 - \exp(k_2 \cdot HV_a / HV_w)\} / \{1 - \exp(k_3 \cdot V)\}$  から投射速度を算出する。

【0045】

そして、実施例1と同様に、コンピュータは演算手段3により記憶手段2から呼び出したデータに基づき製品表面が目標の打痕率となる投射速度を演算する。そして、該演算手段3により算出された投射速度となるよう制御手段4により処理を行なうためショット

50

ブラスト装置を制御する。

【0046】

なお、本実施例においては、投射材硬度、投射材粒径、処理時間、処理製品硬度、投射量、投射材密度及び目標打痕数をインターネットの遠隔の通信端末から入力した。そして、別の位置にある演算手段で演算し、設定された投射速度を前記通信端末に返却し、そのデータを用いてショットブラスト装置を稼働させた。

【0047】

このようにして、ショットブラスト処理の条件として、投射材粒径、投射材密度、投射材硬度、投射量、投射材速度、処理製品硬度、及び目標打痕数を入力することにより、簡単に投射速度が決定され、そのショットブラスト処理が行われる。

10

【0048】

また、実際にショットブラストを行うことなく、ショットブラストの処理条件を何度も試すことができた。さらに、描画することによって、視覚的にショットブラスト処理の条件を簡単に評価できた。

【0049】

産業上の利用可能性

本発明は、本発明においてショットブラスト処理とは、鋼、セラミックなどの材質から成る粒状の投射材を遠心式や流体圧力式などの加速装置を用いて高速で投射あるいは噴射して、金属、非金属、プラスチックなどの材質から成る製品に衝突させることにより、製品表面の異物除去などを行うことに適用できる。投射材の衝突により製品表面の疲労強度を向上させるショットピーニング処理にも利用することができる。

20

【図面の簡単な説明】

【0050】

【図1】図1は本発明の1局面に対応するフローチャートである。

【図2】図2は本発明の別の局面に対応するフローチャートである。

【図3】図3は本発明のさらに別の局面に対応するフローチャートである。

【図4】図4は投射材が投射されている場所内を製品を通過させるとともその通過をn回繰り返した場合の通過の回数と打痕率との関係を示すグラフである。

【図5】図5は打痕面積比Rにおける打痕率のばらつきのグラフであって、打痕率のばらつきを抑えるため、打痕面積比Rを検証した結果の図である。

30

【図6】図6は実施例1において描画装置に模擬描画された打痕分布図および打痕率の一例を示す図である。

【図7】図7は実施例2において描画装置に模擬描画された打痕分布図および打痕率の一例を示す図である。

【図8】図8は本発明の比較例として実際にショットブラスト処理を行なったときの打痕分布状態を撮影したものである。

【図9】図9は本発明を実施するショットブラスト装置の概略図である。

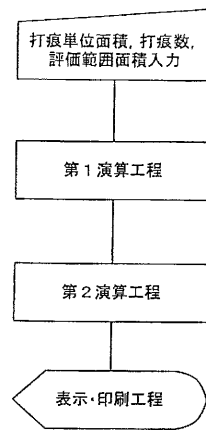
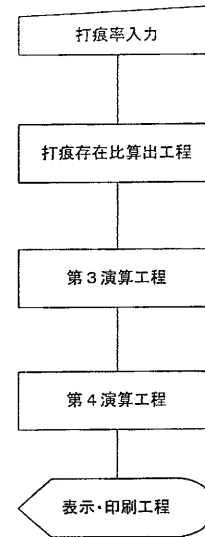
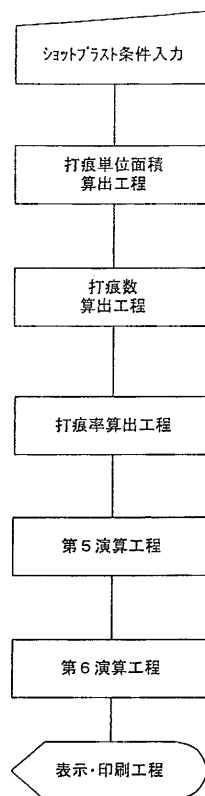
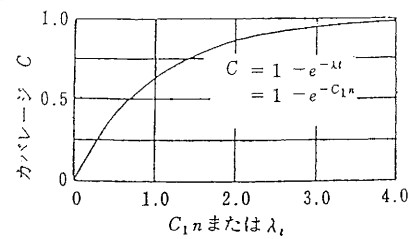
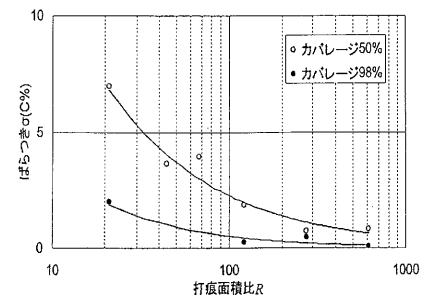
【図10】図10は本発明を実施するフローチャートの第1例である。

【図11】図11は本発明を実施するフローチャートの第2例である。

【図12】図12は本発明を実施するフローチャートの第3例である。

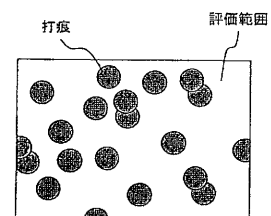
40

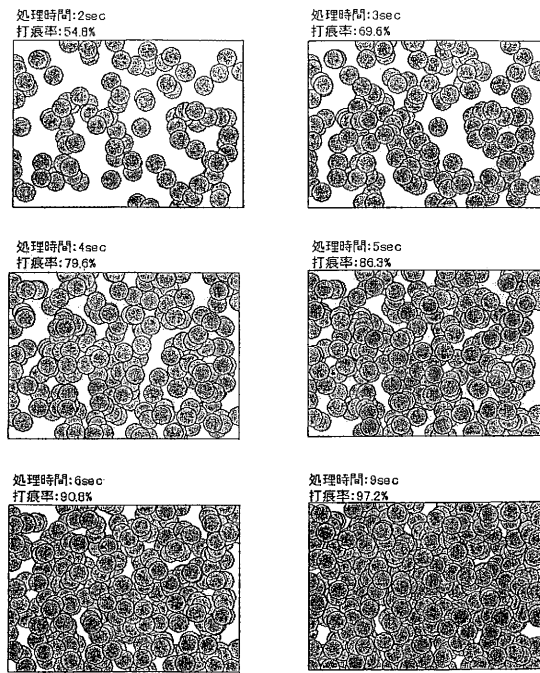
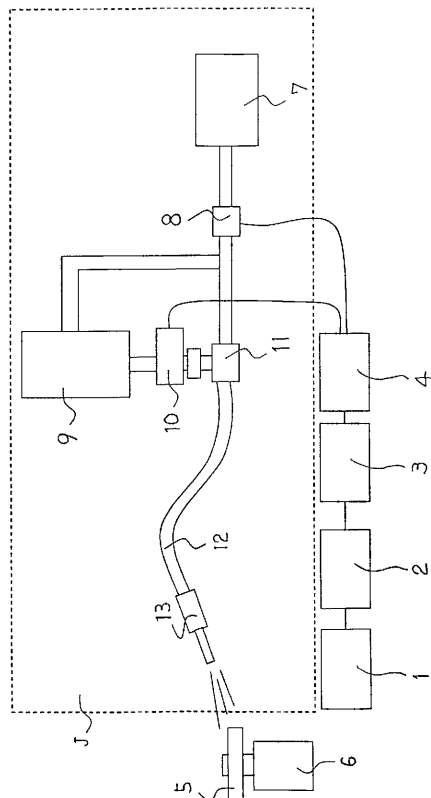
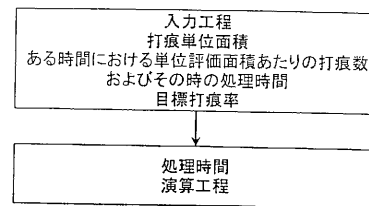
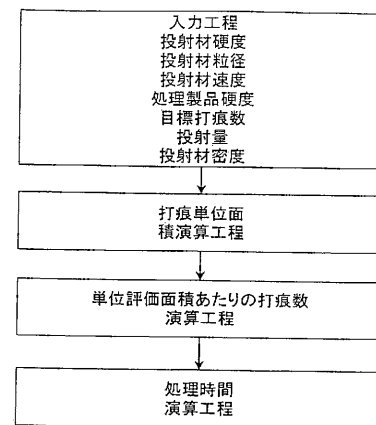
【図13】図13は本発明を実施するフローチャートの第4例である。

【図 1】  
Fig. 1【図 2】  
Fig. 2【図 3】  
Fig. 3【図 4】  
Fig. 4【図 5】  
Fig. 5

【図 6】

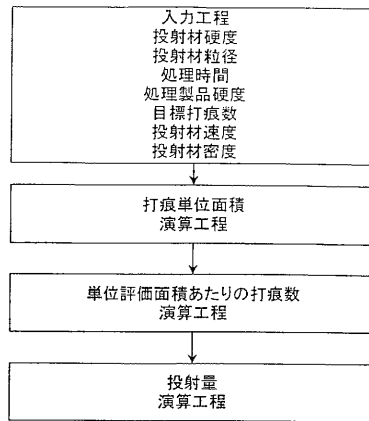
Fig. 6



【図 7】  
Fig. 7【図 8】  
Fig. 8【図 9】  
Fig. 9【図 10】  
Fig. 10【図 11】  
Fig. 11

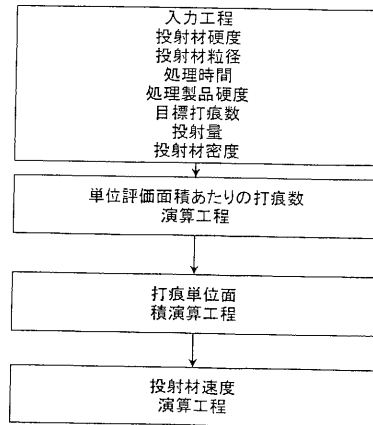
【図 1 2】

Fig. 12



【図 1 3】

Fig. 13



---

フロントページの続き

(72)発明者 岩田 恭一

442-0061 愛知県豊川市穂ノ原三丁目1番地 新東工業株式会社豊川製作所内

審査官 栗田 雅弘

(56)参考文献 特開2002-160161 (JP, A)

特開2002-059366 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B24C 1/00